

(12) NACH DEM VERTRÄG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
13. Mai 2004 (13.05.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/040157 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F16D 37/02**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT2003/000328

(22) Internationales Anmeldedatum:
31. Oktober 2003 (31.10.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
GM 739/2002 31. Oktober 2002 (31.10.2002) AT

(71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): MAGNA STEYR POWERTRAIN AG & CO KG [AT/AT]; Industriestrasse 35, A-8502 Lannach (AT).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): STEINWENDER, Herbert [AT/AT]; Liebmannweg 5/10, A-8074 Raaba (AT).

(74) Anwalt: KOVAC, Werner; Magna Steyr AG & Co KG, Magna Strasse 1, A-2522 Oberwaltersdorf (AT).

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): CA, JP, US.

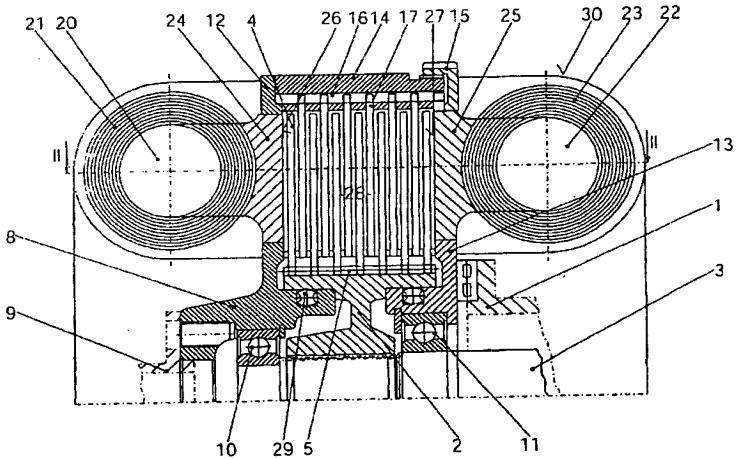
(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

Veröffentlicht:
— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Titel: MAGNETORHEOLOGIC CLUTCH

(54) Bezeichnung: MAGNETORHEOLOGISCHE KUPPLUNG



WO 2004/040157 A1
(57) Abstract: The invention relates to a magnetorheologic clutch which consists of a stationary part (1), a rotatable primary part (2) comprising primary discs (3), a secondary part (8) encompassing the primary part (2) and comprising secondary discs (17). A chamber (28) containing a magnetorheologic fluid is formed between the primary part (2) and the secondary part (8), said magnetorheologic fluid being exposed to the action of an adjustable magnetic field. The aim of said invention is to develop a possibly small magnetorheologic clutch which is capable to transmit a peak torque at a minimum power consumption and which is easily controlled. For this purpose, at least one exciting field coil (21) is axially arranged before or after the discs (4, 17) and encompasses a first U-shaped cylinder head (20) whose two surfaces (26) are arranged on the side of the discs in a parallel position thereto. At least one second cylinder head (22) is disposed on the side of the discs oppositely with respect to the first cylinder head (20), and the areas of the secondary part (8) are radially disposed inside and outside the discs (4, 17) and made of a low-permeability magnetic material.

(57) Zusammenfassung: Eine Magnetorheologische Kupplung besteht aus einem Stationärteil (1), einem drehbaren Primärteil (2) mit Primärlamellen (3) und einem den Primärteil (2) umgebenden Sekundärteil (8) mit Sekundärlamellen (17), wobei zwischen Primärteil (2) und Sekundärteil (8) ein magnetorheologisches Fluid enthaltender Raum (28) gebildet ist, wobei auf das magnetorheologische Fluid ein regelbares

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Magnetfeld wirkt. Um möglichst klein zu bauen, bei einem Minimum an Strom ein Maximum an Drehmoment übertragen können und gut steuerbar zu sein, ist zumindest eine Magnetspule (21) in axialer Richtung vor oder hinter den Lamellen (4,17) angeordnet und umschlingt ein erstes U-förmiges Joch (20), dessen beide Stirnflächen (26) an derselben Seite der Lamellen und parallel zu diesen sind, ist an der dem ersten Joch (20) abgewandten Seite der Lamellen mindestens ein zweites Joch (22), und bestehen die in radialer Richtung innerhalb und außerhalb der Lamellen (4,17) liegenden Regionen des Sekundärteiles (8) aus einem Material geringer magnetischer Permeabilität.

MAGNETORHEOLOGISCHE KUPPLUNG

Die Erfindung betrifft magnetorheologische Kupplungen, die aus einem Stationärteil, einem drehbaren Primärteil mit Primärlamellen und einem 20 um eine gemeinsame Achse drehbaren den Primärteil umgebenden Sekundärteil mit Sekundärlamellen bestehen, wobei zwischen Primärteil und Sekundärteil ein ein magnetorheologisches Fluid enthaltender Raum gebildet ist, in dem sich Primärlamellen und Sekundärlamellen in Achsrichtung abwechseln, und wobei eine Magnet-Magnetspule ein auf das 25 magnetorheologische Fluid wirkendes Magnetfeld regelbarer Feldstärke erzeugt.

Für die Verwendung einer gattungsgemäßen Kupplung im Antriebsstrang eines Kraftfahrzeuges sind aber Stromverbrauch und Baugröße kritisch 30 und daher zu minimieren. Dazu kommen noch weitere Anforderungen: Ein so breiter Regelbereich des übertragenen Momentes, dass einerseits schlupfloses Anfahren aus dem Stand und andererseits (auch) aus Geräuschgründen völliges Trennen, möglich ist; und schließlich schnelles

5 Ansprechen, um mit elektronischen Fahrdynamikregelungen (ESB, ABS, etc.) kompatibel zu sein.

So ist aus der US 5,845,753 eine gattungsgemäße Kupplung bekannt, bei
der die Jöche von einer Stirnfläche auf einer Seite der Kupplung, diese
10 außen umfangend bis zu einer zweiten Stirnfläche an der anderen Seite der
Kupplung reichen. Das erhöht nicht nur Durchmesser und Gewicht, es be-
deutet auch eine große zu magnetisierende Masse, was viel Strom ver-
braucht und dazu führt, dass der Abbau des Magnetfeldes (auskuppeln) für
eine brauchbare Steuerung zu lange dauert. Ausserdem sind die magneti-
15 schen Kraftlinien, die den mit der magnetorheologischen Flüssigkeit ge-
füllten Raum durchsetzen, von geringer Dichte und sehr ungleichmäßig
verteilt.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine magnetorheologische Kupplung
20 zu schaffen, die die Nachteile des Standes der Technik vermeidet und den
oben angegebenen Anforderungen des modernen Kraftfahrzeuges genügt.
Sie soll, vor allem im Durchmesser, möglichst klein bauen, bei einem Mi-
nimum an Stromverbrauch ein Maximum an Drehmoment übertragen
können und gut steuerbar sein.

25

Erfindungsgemäß ist zumindest eine Magnetspule in achsialer Richtung
vor oder hinter den Lamellen also ungefähr auf gleichem Radius wie diese
angeordnet, sie umschlingt ein erstes U-förmiges Joch, dessen beide Stirn-
flächen an derselben Seite der Lamellen und parallel zu diesen sind und an
30 die Lamellen weitgehend anschließen, ist an der dem ersten Joch abge-
wandten Seite der Lamellen mindestens ein zweites Joch vorgesehen, und
bestehen die in radialer Richtung innerhalb und außerhalb der Lamellen

5 liegenden Regionen des Sekundärteiles aus einem Material geringer magnetischer Permeabilität.

Die U-förmigen Joche (es werden praktisch immer mehrere sein) bewirken eine Umlenkung des Magnetfeldes auf kürzestem Weg und bei einer 10 Minimalen zu magnetisierenden Eisenvolumen. Dadurch minimales Totgewicht und geringe magnetische Widerstände. Außerdem können die Magnetspulen, die nur die U-förmigen Joche umschlingen sehr klein ausgeführt werden, weil für eine bestimmte magnetische Feldstärke eine bestimmte Anzahl von Windungen erforderlich ist, was bei dem kleinen 15 Durchmesser der Magnetspulen kurze Spulendrahlängen und kleineren Ohm'schen Widerstand bedeutet. Dadurch, dass die Magnetspulen außerhalb der Kupplung liegen, bessere Wärmeabfuhr.

Die Magnetspulen liegen vor und hinter den Lamellen, weshalb der Au- 20 ßendurchmesser der Kupplung durch den Durchmesser der Lamellen bestimmt ist. Die auf der anderen Seite des Lamellenpaketes angeordneten zweiten Joche schließen die magnetischen Feldlinien, sodaß die an sich schon kurzen magnetischen Feldlinien das Lamellenpaket zweimal durchsetzen, also „doppeltwirkend“ sind. Bei entsprechender Anordnung der 25 Magnetspulen ist das Feld über die ganze Fläche des Lamellenpaketes sehr dicht und gleichmäßig. Die aus einem Material geringer magnetischer Permeabilität bestehenden Teile des Sekundärteiles verhindern eine Streuung des Magnetfeldes.

30 Insgesamt wird so höchste wirksame magnetische Feldstärke bei geringstem, auch für das niedervoltige Bordnetz eines Kraftfahrzeuges leistungsbarem Stromverbrauch bei minimaler Baugröße. Eine magnetische Flussdichte von über 0,7 [T] (=Tesla) ist erreichbar. Zudem kann das übertrag-

5 bare Moment durch Erhöhung der Lamellenzahl ohne nennenswerte Vergrößerung der Kupplung gesteigert werden. Rein mechanisch ist aber allein schon wegen des großen Durchmessers der außerhalb der Magnetspule liegenden Lamellen groß.

10 Zur weiteren Verbesserung des Verlaufes der Feldlinien und je nach praktischen Erfordernissen (Einbaumaße, Momentenanforderung) kann der Querschnitt der ersten U-förmigen Jochs gegen die Stirnfläche hin vergrößert sein (Anspruch 2), kann das zweite Joch ein in Umfangsrichtung verlaufender flacher Körper und von keiner Magnetspule umgeben sein 15 (Anspruch 3). Wenn auch das zweite Joch U-förmig ausgebildet und von einer Magnetspule umgeben ist (Anspruch 4), erhält man ein symmetrisches Feld besonders hoher Feldliniendichte.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist das mindestens eine 20 erste U-förmige Joch mit dem Sekundärteil verbunden und die Stirnfläche des ersten Joches bildet die Begrenzungswand des das magnetorheologische Fluid enthaltenden Raumes (Anspruch 5). Die Magnetspulen laufen also mit dem Sekundärteil um. Dadurch entfällt jeglicher Luftspalt, was eine Minimierung der magnetischen Verluste bedeutet. Das zweite Joch 25 rotiert dann ebenfalls mit dem Sekundärteil, egal ob es U-förmig mit Magnetspule oder flach und ohne ausgebildet ist. In diesem Fall ist für die Zufuhr des elektrischen Stromes zu den Magnetspulen eine elektrische Schleifverbindung nötig.

30 In einer alternativen vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind die ersten U-förmigen Jochs mit dem Stationärteil verbunden und deren Stirnflächen grenzen an eine kreisringförmige Region des Sekundärteiles an, deren Permeabilität im Gegensatz zu dem Großteil des Sekundärteiles

5 hoch ist (Anspruch 6). So kommt man ohne eine Schleifverbindung aus, um den Preis eines Luftspaltes, der allerdings wegen der erfindungsge- mäßen Anordnung sehr klein gehalten werden kann. Ebenso können die zweiten Joche ausgeführt sein (Anspruch 7).

10 In einer Variante der Ausgestaltung mit erstem Joch im Stationärteil kön- nen die zweiten Joche aber auch ohne eigene Magnetspule im ansonsten aus einem Material geringer Permeabilität bestehenden Sekundärteil aus- gebildet sein (Anspruch 8). Denn dann brauchen sie keine Stromzufuhr und können mit dem Sekundärteil rotieren. Dann sind sie entweder als in 15 Umfangsrichtung verlaufende flache Körper ausgebildet oder gleich in den Sekundärteil integriert.

Die Anzahl der ersten und zweiten Joche ist je nach Erfordernissen wähl- bar. Praktisch werden es aus Symmetriegründen zumindest zwei sein; 20 wenn mehr, dann aus Polaritätsgründen geradzahlige Vielfache von zwei. In einer vorteilhaften Anordnung liegen deren Achsen tangential in einer achsnormalen Ebene (Anspruch 9). Dann liegen die Schenkel der Joche auf gleichem Radius, was die Verteilung der Stirnflächen über die Kreis- ringfläche der Lamellen erleichtert. Die Schenkel der Joche könnten auch 25 abwechselnd auf verschiedenen Radien sein, wenn ohne Verbreiterung der Füße eine dichteste Packung auf dem Kreisring der Lamellen erzielt wer- den soll.

In Weiterbildung der vergrößerten Stirnfläche der Joche gemäß Anspruch 30 2 sind die Stirnflächen der Joche zu aneinander fast anschließenden Kon- taktfächern erweitert, deren innerer und äußerer Radius im Wesentlichen dem der Lamellen entspricht (Anspruch 10). Dann ist deren gesamte Kreisringfläche ausgenutzt. Dass die Kreisringsektoren nur fast aneinan-

5 der anschließen, einander also nicht berühren, hat Polaritätsgründe. Besonders günstig ist es, wenn eine gerade Anzahl von Magnetspulen in derartiger Polung aufeinanderfolgen, dass benachbarte Beine ihrer U-förmigen Jochs eine gemeinsame Stirnfläche bilden (Anspruch 11). Das kann sowohl auf einer als auch auf beiden Seiten des Lamellenpaketes so sein.
10 Sie sind dann so gepolt, dass die beiden gegenüberliegenden Jochs durchlaufenden Feldlinien eine geschlossene Kurve bilden.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Abbildungen beschrieben und erläutert. Es stellen dar:

15

Fig. 1: Einen Längsschnitt durch eine erste bevorzugte Ausführungsform des Erfindungsgegenstandes,
Fig. 2: einen Schnitt nach II-II, abgewickelt zur Darstellung der magnetischen Feldlinien,
20 Fig. 3: eine Variante zu Fig. 1.
Fig. 4: einen Längsschnitt durch eine zweite Ausführungsform des Erfindungsgegenstandes,
Fig. 5: eine Ansicht gemäß V in Fig. in einer ersten Variante, verkleinert,
25 Fig. 6: einen Schnitt nach AA dazu,
Fig. 7: eine Ansicht gemäß V in Fig. in einer zweiten Variante, verkleinert,
Fig. 8: eine Ansicht gemäß V in Fig. in einer dritten Variante, verkleinert,
30 Fig. 9: eine Ansicht gemäß V in Fig. in einer vierten Variante, verkleinert.

5 In Fig. 1 ist vom Stationärteil 1 nur der Kragen abgebildet, der den Schleifkontakt für die Zufuhr des elektrischen Stromes zu den Magnetspulen herstellt. Die Drehmomentübertragung in der Kupplung erfolgt zwischen einem Primärteil 2 und einem Sekundärteil 8. Der Primärteil 2 sitzt drehfest auf einer Primärwelle 3 und bildet eine Trommel 5 mit

10 Kuppelzähnen für die drehfeste, aber verschiebbare Aufnahme der Primärlamellen 4. Der Primärteil 2 selbst besteht aus einem Werkstoff sehr kleiner magnetischer Permeabilität, die Primärlamellen 4 aus einem Werkstoff hoher magnetischer Permeabilität.

15 Der Sekundärteil 8 ist mit dem Anschlussflansch 9 einer Sekundärwelle verschraubt und nimmt in Lagern 10,11 die Primärwelle 3 auf. Sekundärteil 8 und Primärteil 2 sind koachsial. Der Sekundärteil 8 besteht aus einem vorderen Deckel 12, einem hinteren Deckel 13 und einer Umfangswand 14, die auf der einen Seite mit dem vorderen Deckel 12 verschweißt

20 und auf der anderen Seite mittels einer Ringmutter 15 mit dem hinteren Deckel 13 verbunden ist. Die Umfangswand 14 hat innen eine Kuppelverzahnung 16, in der die Sekundärlamellen 17 drehfest, aber verschiebbar, angeordnet sind.

25 Mit dem Sekundärteil 8 verbunden ist ein erstes Joch 20 mit einer ersten Spule 21 auf der Seite des vorderen Deckels 12 und ein zweites Joch 22 mit einer zweiten Spule 23 auf der Seite des hinteren Deckels 13. Die Joch 20,22 (siehe Fig. 2) sind U-förmig, ihr Mittelteil ist von der Spule 21,23 umschlungen, deren Beine 20',20'' sich parallel zur Drehachse in

30 den vorderen bzw. hinteren Deckel 12,13 erstrecken. Die beiden Joch 20,22 bilden dort Füße 24,25 die einen größeren Querschnitt als die Schenkel der Joch 20,22 haben und in Stirnflächen 26,27 enden. Die Füße 24,25 sind mit dem vorderen bzw. hinteren Deckel 12,13 fest verbunden und beste-

5 hen naturgemäß aus einem Werkstoff hoher magnetischer Permeabilität, wogegen der gesamte Sekundärteil 8 mit Ausnahme der Sekundärlamellen 17 aus einem Werkstoff sehr kleiner magnetischer Permeabilität besteht.

10 So wird ein Raum 28 gebildet, der abwechselnd eine Anzahl von Primärlamellen 4 und Sekundärlamellen 17, sowie eine magnetorheologische Flüssigkeit enthält. Dieser Raum wird innen von der Trommel 5 dieses Primärteiles, außen von der Umfangswand 14 des Sekundärteiles und vorne und hinten durch die Innenwände des vorderen (12) und hinteren Deckels 13, sowie die Stirnflächen 26,27 der Joche 20,22 begrenzt. Der von Lamellen freie Teil ist mit einer magnetorheologischen Flüssigkeit befüllt. Zwischen der Trommel 5 des Primärteiles 2 und Sekundärteil 8 sind Dichtungen 29 vorgesehen, die den Raum 28 hermetisch abschließen. Zum Schutz der Magnetspulen 21,23 kann schließlich noch ein mitrotierendes 15 20 Verkleidungsblech 30 vorgesehen sein.

In **Fig. 2** ist ein zylindrischer Schnitt durch die Joche 20,22 gemäß II-II abgewickelt dargestellt (Fig. 2a), darüber die magnetischen Feldstärken (Fig. 2b). In diesem Schnitt sind nur mehr die Teile dargestellt, in denen 25 die magnetischen Feldlinien verlaufen, somit jene, die aus einem Werkstoff hoher magnetischer Permeabilität bestehen. Das sind die Joche 20,22 und die abwechselnden Lamellen 4,17. Man erkennt die U-Form des Joches 20 mit seinen Beinen 20',20'' und eine dicke geschlossene Kurve 34, die die Richtung und Polarität des Magnetfeldes anzeigt (gegen den Urzeigersinn). In der im Bild links benachbarten Region ist die 30 Feldrichtung 35 im Uhrzeigersinn, also der an den Jochen 20,22 entgegengesetzt. Hier sind auch mehrere Feldlinien angedeutet, sodass eine Zone 36 erkennbar ist, in der die Feldstärke einen Nulldurchgang hat.

5 Das ist in der darüber liegenden Kurve 38 der Fig. 2b, die den Verlauf der magnetischen Feldstärke entlang des Umfanges darstellt, besser zu erkennen. Die Fig. 2 ist insoferne allgemein, als vier über den Umfang verteilt Joche (wie in Fig. 9) vorgesehen sind. Es könnte auch nur ein einziges Joch oder zwei Joche oder deren Vielfache vorgesehen sein, um
10 im Sinne der Zielsetzung der Erfindung in dem die Lamellen enthaltenden Raum 28 insgesamt eine möglichst hohe und gleichmäßig verteilte magnetische Feldstärke zu erreichen.

Fig. 3 zeigt nur die Teile hoher magnetischer Permeabilität, wobei das
15 rechte Joch 22 der Fig. 1 nur strichliert angedeutet ist. Es ist nämlich im Rahmen der Erfindung auch möglich, sich mit einem ersten Joch 20 mit einer Spule 21, oder deren mehreren, zu begnügen und das zweite Joch 32 als flachen Körper bzw. als Platte auszubilden, der von keiner Magnetspule umschlungen ist. Diese Platte 32 erstreckt sich dann in Umfangsrichtung über die Füße 24 beider Beine 20',20'' des Joches 20. Auf diese Weise ist der magnetische Fluss auch wieder eine geschlossene Kurve. Dabei ist auch eine Anordnung denkbar, bei der die Platte 32 einmal als zweites Joch und daran anschließend einmal als erstes Joch fungiert.

25 In der Variante der **Fig. 4** sind gleiche bzw. analoge Teile mit den um 100 erhöhten Bezeichnungen der Fig. 1 versehen. Zum Unterschied von der Fig. 1 sind hier die Joche 120,122 im Stationärteil 101, also nicht rotierend, angebracht. Dadurch sind keine Schleifkontakte mehr erforderlich. Die Füße 124,125 der Joche 120,122 sind jedoch von den Jochen
30 selbst durch Luftspalte 133,134 getrennt, die allerdings dank der erfindungsgemäßen Anordnung sehr klein gehalten werden können. Die Füße 124,125 sind in die Seitenwände 112,113 des Sekundärteiles 108 eingeschlossen, sodass die Verhältnisse im Raum 128 wieder dieselben sind wie

5 in Fig. 1. Zwischen dem Stationärteil 101 und dem Sekundärteil 108 ist eine weitere Lagerung 134 vorgesehen. In Anlehnung an die Variante der Fig. 3 kann der Fuß 125 alleine bereits als Joch dienen, wenn man auf die entsprechende Spule 123 verzichtet.

10 **Fig. 5 und Fig. 6** zeigen die einfachste Ausführungsvariante der Erfin-
dung mit nur zwei Spulen, wovon die Spule 21 auf der Vorderseite des
Sekundärteiles 8 sichtbar und die zweite hinter dem Sekundärteil 8 un-
sichtbar, aber mit der ersten deckungsgleich, ist. Die Füße 24 des Joches
20 sind hier in Umfangsrichtung so weit verbreitert, dass sie die Hälfte
15 eines Kreisringes 50,51 bilden. Dabei deuten die Symbole 52,53 die Po-
lung des Magnetfeldes an. 52 ist die Flussrichtung auf den Betrachter zu,
53 vom Betrachter weg.

In **Fig. 6** ist noch zu sehen, dass das Joch 20 in diesem Fall nicht einteilig
20 ist, sondern aus den beiden halbkreisringförmigen Füßen mit ihrem Bein
20' bzw. 20'' besteht, die – als Mittelteil des U – einen geraden Bolzen
54 aufnehmen, der seinerseits von der Spule 21 umschlungen ist. Bei al-
ler Einfachheit hat diese Ausführungsform den Nachteil, ein wenig ho-
mogenes Feld zu erzeugen, das auf die Lamellen 4,17 ein Kippmoment
25 ausübt. Man betrachte dazu die Richtungspfeile 52,53.

In der Variante der **Fig. 7** sind zwei Magnetspulen 21,76 sichtbar an der
Vorderseite des Sekundärteiles. An dessen Hinterseite sind entweder
30 auch zwei deckungsgleiche Spulen vorgesehen, oder keine. Siehe Vari-
ante der Fig. 3. Hier sind wieder die Beine 20' der ersten Spule 21 und
75' der zweiten Spule 76 mit einem halbkreisförmigen Fuß 70 verbun-
den; und die anderen Beine 20'',75'' der beiden Spulen 21,76 mit einem
anderen gemeinsamen kreisringförmigen Fuß 71. Die beiden Kreisring-

5 hälften berühren einander mit ihren Stirnseiten jedoch nicht, sie sind ja verschieden gepolt. Auf der Hinterseite des Sekundärteiles 8 sind dieselben Füße, unsichtbar, ebenfalls deckungsgleich mit den sichtbaren ausgeführt. Bei dieser Variante ist die Feldverteilung schon homogener, es wird jedoch immer noch ein Kippmoment auf die Lamellen ausgeübt.

10

Durch Vergrößerung der Anzahl der Spulen können die einzelnen Spulen kleiner ausgeführt werden, was nebst der Platzersparnis auch eine Ersparnis an Gewicht, insbesondere an Kupfergewicht mit sich bringt. Für die magnetische Feldstärke ist ja nicht die Länge des Drahtes, sondern 15 die Anzahl der Windungen ausschlaggebend. Bei kleinerem Durchmesser der Spule und gleicher Windungszahl wird die Länge des Drahtes naturgemäß kleiner sein.

In der Variante der **Fig. 8** sind auf der sichtbaren Seite zwei Spulen 21, 20 85, deren Joche wieder je zwei Beine haben. Jeder der Beine 20', 20'', 84', 84'' ist zu einem eigenen Fuß 80, 81, 82, 83 erweitert, deren jeder ein Viertel eines Kreisringes bildet. Die einzelnen Füße dürfen einander wieder nicht berühren. Die Pfeile wieder die Polung des Magnetfeldes. Es ist zu erkennen, dass bei dieser Anordnung auf die Lamellen kein 25 Kippmoment mehr ausgeübt wird.

Die Variante der **Fig. 9** hat vier kleine Spulen mit ihren Jochen 20, 94, 95, 96, wovon jeweils ein Bein mit derselben Polung (z. B. 20', 94') einen gemeinsamen viertelkreisringförmigen Fuß 90 hat. Auch hier sind 30 die Kreisringsektoren auf der Hinterseite des Sekundärteiles 8 deckungsgleich und mit oder ohne Magnetspule. Bei den gezeigten vier Magnetspulen (es könnten aber auch höhere Vielfache von zwei sein) sind die Magnetspulen sehr klein, sodass der Innendurchmesser der Füße 90, 92,

5 93,91 kaum überschritten wird, sodass für den Anschluss der Sekundärwelle 9 (Fig. 1) bzw. anderer Triebstrangteile mehr Bauraum zur Verfügung steht.

Insgesamt ist bei allen beschriebenen Varianten bei gegebener Stromstärke ein Maximum an magnetischer Feldstärke über den gesamten Kupplungsraum gegeben, wobei die Anpassung an praktische Erfordernisse durch Auswahl einer der vielen beschriebenen Varianten oder deren Kombinationen möglich ist. In allen Fällen ist wegen der Anordnung der Magnetspulen vor und hinter den Lamellen der Kupplung (und nicht innerhalb oder ausserhalb dieser) auch der Bauraum in radialer Richtung relativ klein. Das ist für die Verwendung im Antriebsstrang eines Kraftfahrzeuges von besonderem Vorteil.

A n s p r ü c h e

1. Magnetorheologische Kupplung bestehend aus einem Stationärteil (1; 101), einem drehbaren Primärteil (2; 102) mit Primärlamellen (4; 104) und einem um eine gemeinsame Achse drehbaren den Primärteil (2; 102) umgebenden Sekundärteil (8; 108) mit Sekundärlamellen (17; 117), wobei zwischen Primärteil (2; 102) und Sekundärteil (8; 108) ein ein magneto-rheologisches Fluid enthaltender Raum (28; 128) gebildet ist, in dem sich Primärlamellen (4; 104) und Sekundärlamellen (17; 117) in Achsrichtung abwechseln, und wobei auf das magnetorheologische Fluid ein regelbares Magnetfeld wirkt, dadurch gekennzeichnet, dass
- 25 a) zumindest eine Magnetspule (21) in achsialer Richtung vor oder hinter den Lamellen (4,17; 104,117) angeordnet ist und ein erstes U-förmiges Joch (20; 120) umschlingt, dessen beide Stirnflächen (26; 126) an derselben Seite der Lamellen und parallel zu diesen sind,
- b) an der dem ersten Joch (20; 120) abgewandten Seite der Lamellen
- 30 mindestens ein zweites Joch (22; 32; 122) vorgesehen ist, und
- c) dass die in radialer Richtung innerhalb und ausserhalb der Lamellen (4, 17; 104,117) liegenden Regionen des Sekundärteiles (8; 108) aus einem Material geringer magnetischer Permeabilität bestehen.

5

2. Magnetorheologische Kupplung nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass sich der Querschnitt des ersten U-förmigen Joches (20; 120) gegen die Stirnfläche (26; 126) hin vergrößert.

10 3. Magnetorheologische Kupplung nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass das zweite Joch ein in Umfangsrichtung verlaufender flacher Körper (32) und von keiner Magnetspule umgeben ist (Fig.3).

15 4. Magnetorheologische Kupplung nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass auch das zweite Joch (22; 122) U-förmig ausgebildet und von einer Magnetspule (23; 123) umgeben ist.

20 5. Magnetorheologische Kupplung nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass das mindestens eine erste U-förmige Joch (20) mit dem Sekundärteil (8) verbunden ist und die Stirnfläche (26) des ersten Joches (20) die Begrenzungswand des das magnetorheologische Fluid enthaltenden Raumes (28) bildet.

25 6. Magnetorheologische Kupplung nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass das mindestens eine erste U-förmige Joch (120) mit dem Stationärteil (101) verbunden ist und an eine kreisringförmige Region (124) hoher Permeabilität des Sekundärteiles (108) angrenzt (Fig. 4).

30 7. Magnetorheologische Kupplung nach Anspruch 6, dadurch **gekennzeichnet**, dass auch das mindestens eine zweite Joch (122) mit dem Stationärteil (101) verbunden ist und an eine kreisringförmige Region (125) hoher Permeabilität des Sekundärteiles (108) angrenzt.

5 8. Magnetorheologische Kupplung nach Anspruch 6, dadurch **gekennzeichnet**, dass das zweite Joch (32) ohne eigene Magnetspule im ansonsten aus einem Material geringer Permeabilität bestehenden Sekundärteil (108) ausgebildet ist.

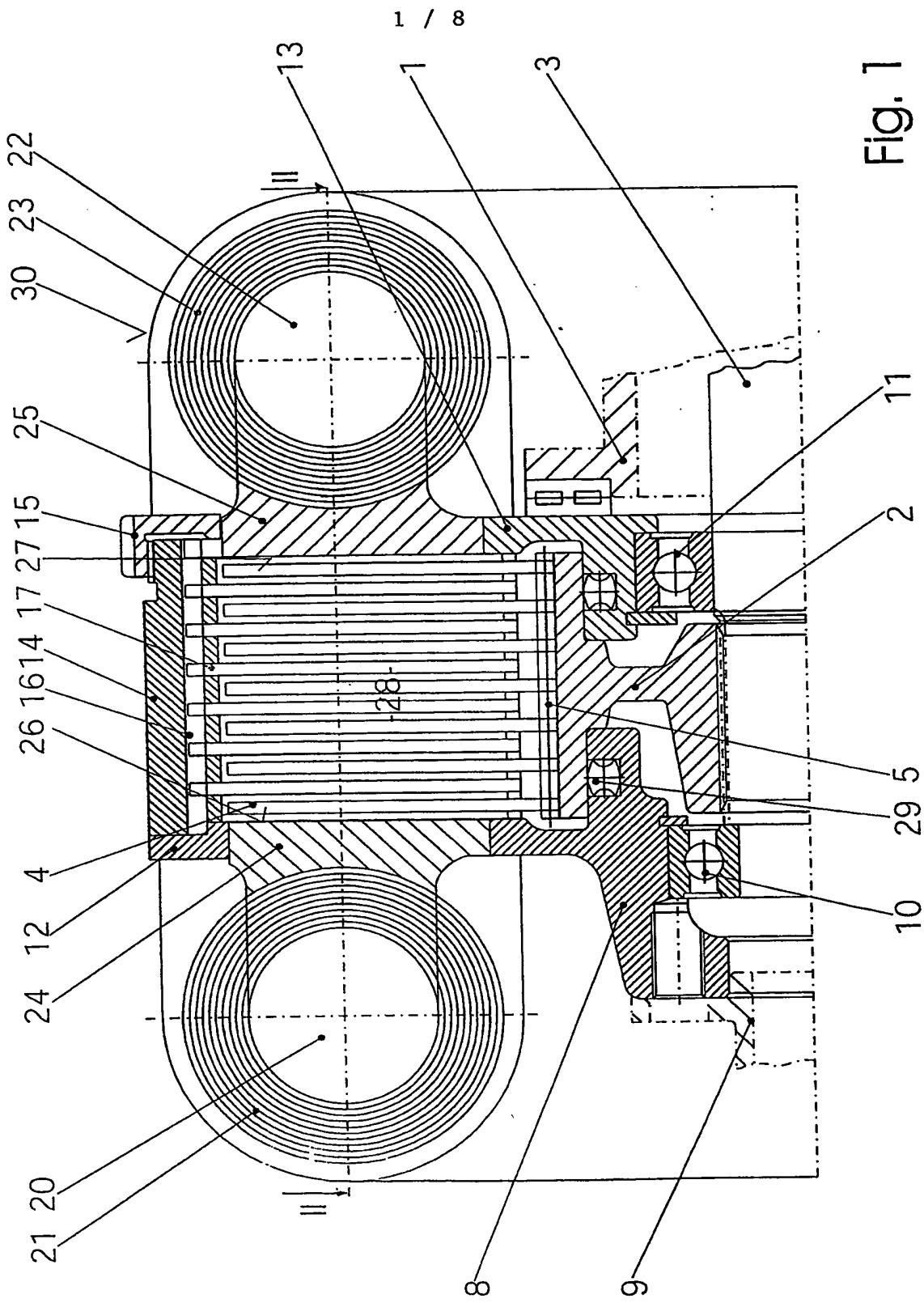
10 9. Magnetorheologische Kupplung nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass eine Anzahl von Jochen (20; 20,22; 20,75; 20,84; 20,94,95, 96) und Magnetspulen (21; 21,23; 21,76; 21,85) vorgesehen ist, wobei deren Achsen tangential in einer achsnormalen Ebene liegen.

15 10. Magnetorheologische Kupplung nach Anspruch 9, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Stirnflächen der Joche (20; 20,22; 20,75; 20,84; 20,94,95, 96) zu aneinander fast anschließenden Kreisringsektoren (50,51; 70,71; 80, 81,82,83; 90,91,92,93) erweitert sind, deren innerer und äußerer Radius im Wesentlichen dem der Lamellen (4,17; 104,117) entspricht.

20

11. Magnetorheologische Kupplung nach Anspruch 10, dadurch **gekennzeichnet**, dass eine gerade Anzahl von Magnetspulen in derartiger Polung aufeinanderfolgen, dass benachbarte Beine (94°,95°,95',96',96°, 20°,20', 94') ihrer U-förmigen Joche (20,94,95,96) einen gemeinsamen 25 Kreisringsektor als Stirnfläche bilden.

30



1
Fig

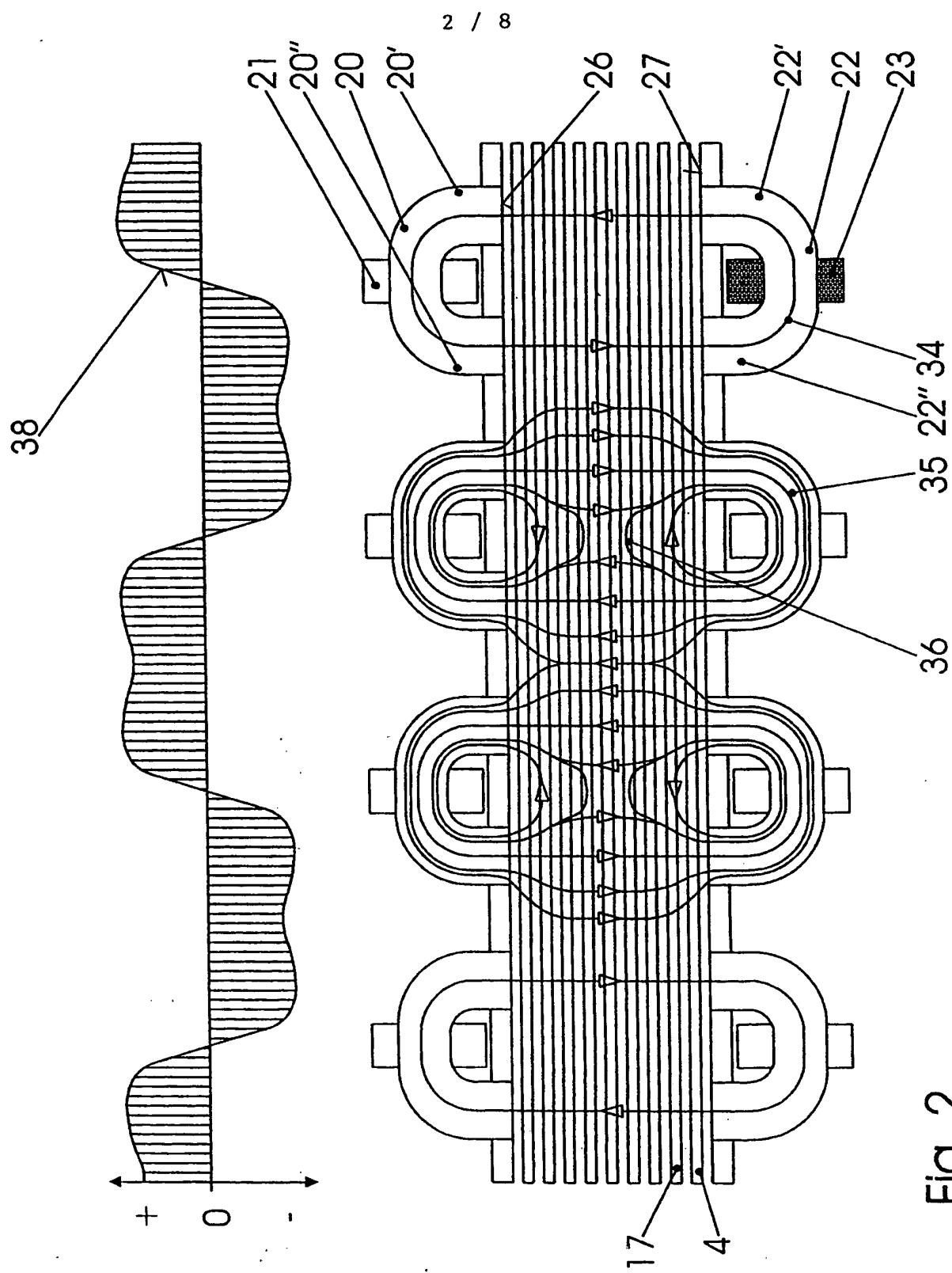
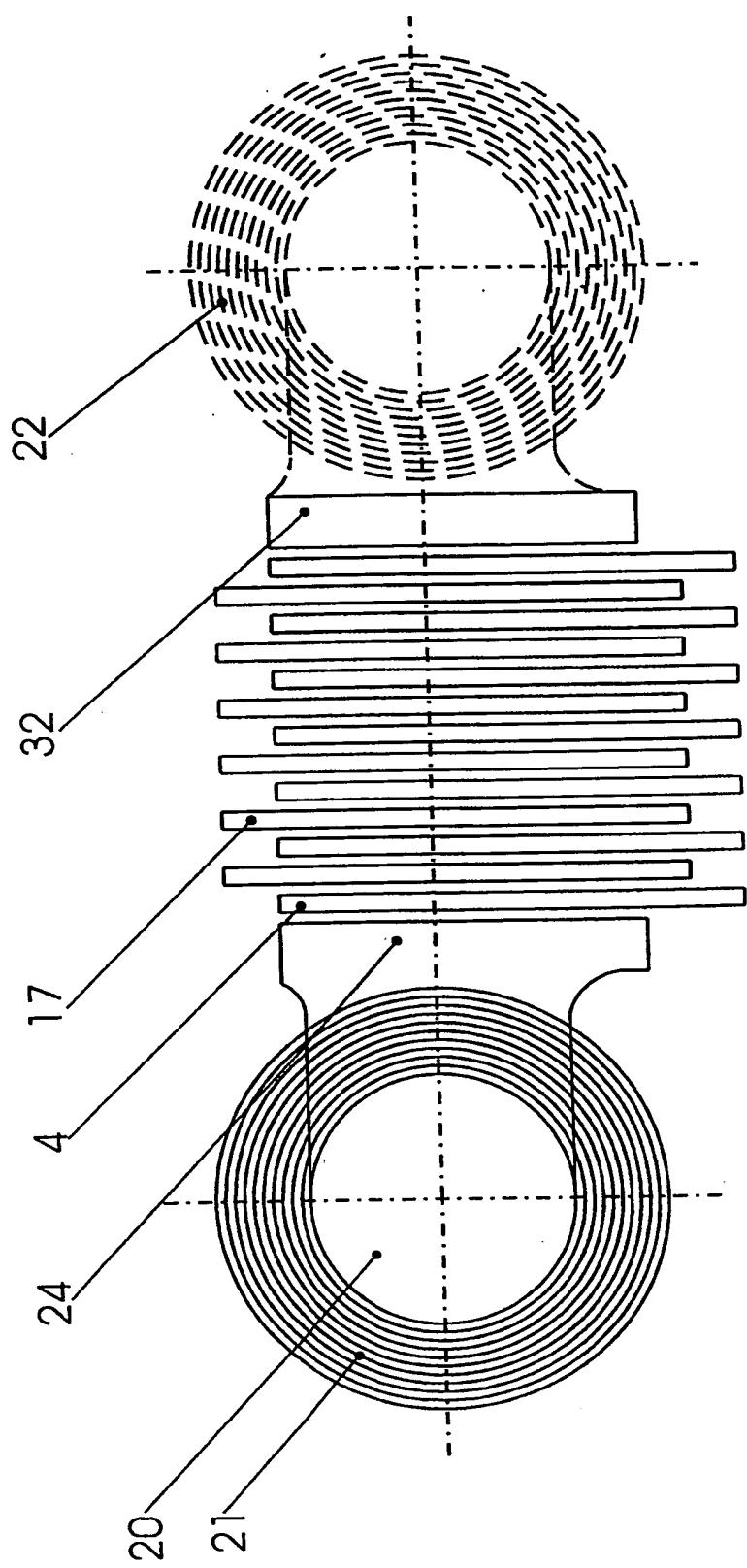


Fig. 2

Fig. 3



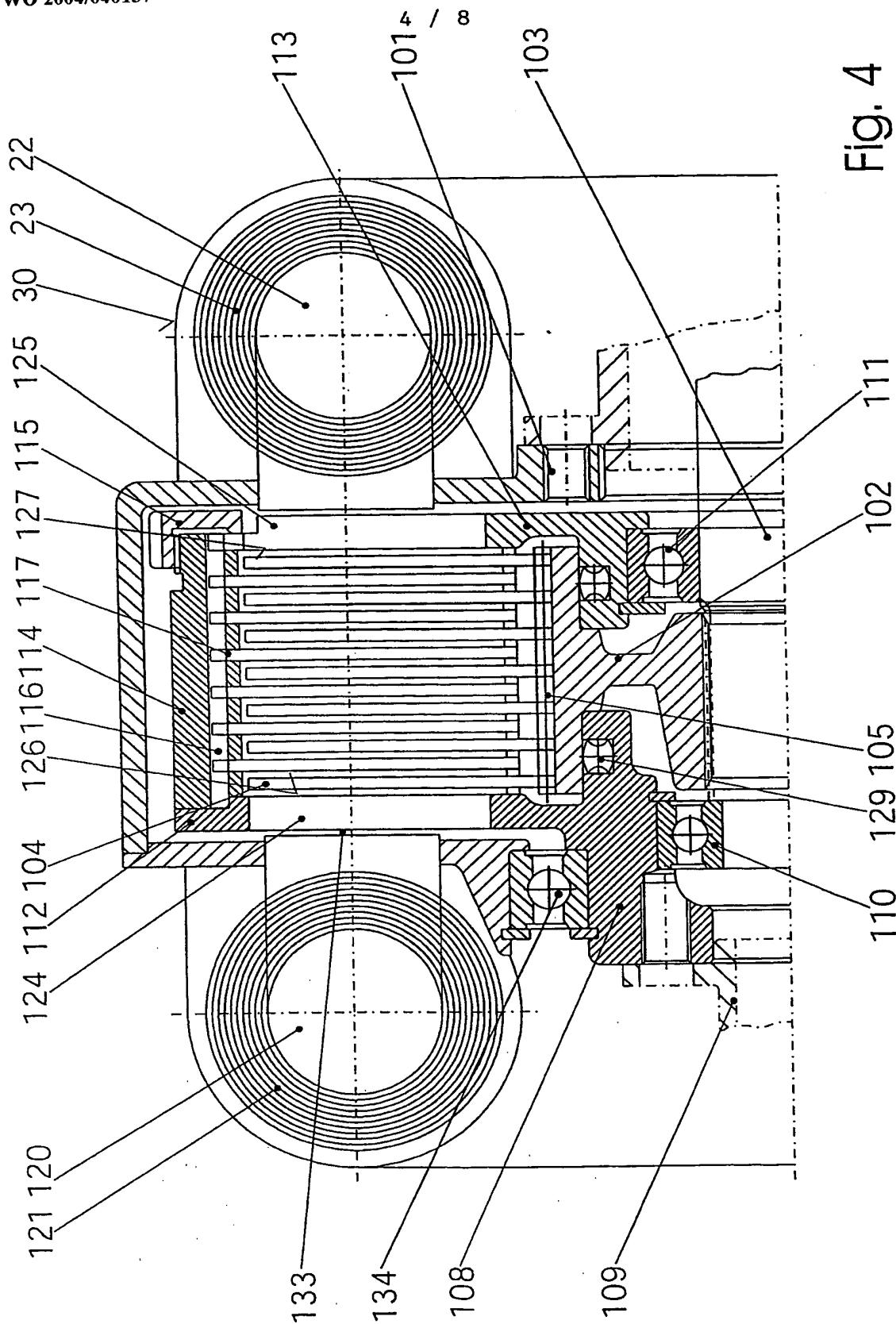


Fig. 4

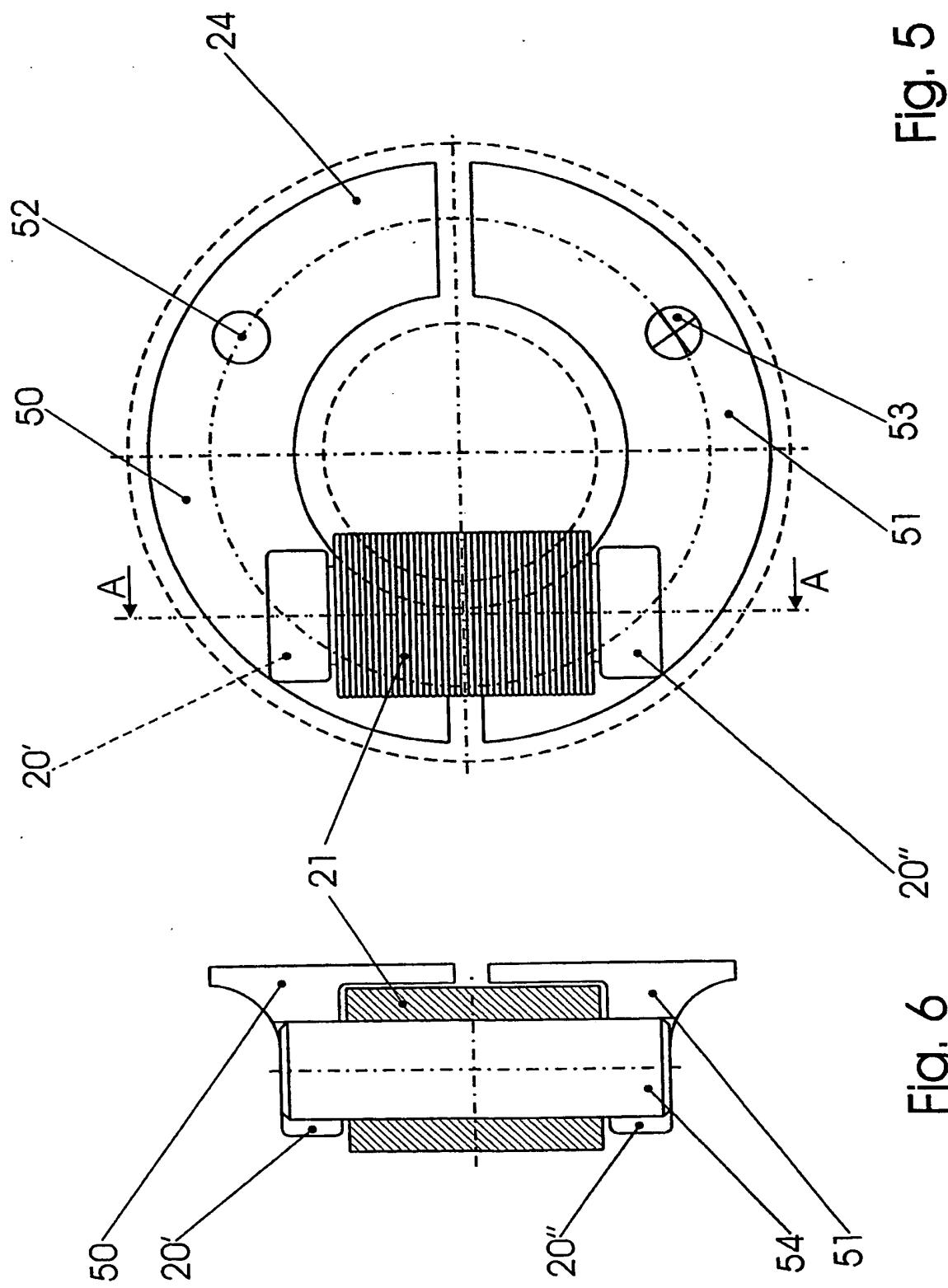


Fig. 5

Fig. 6

Fig. 7

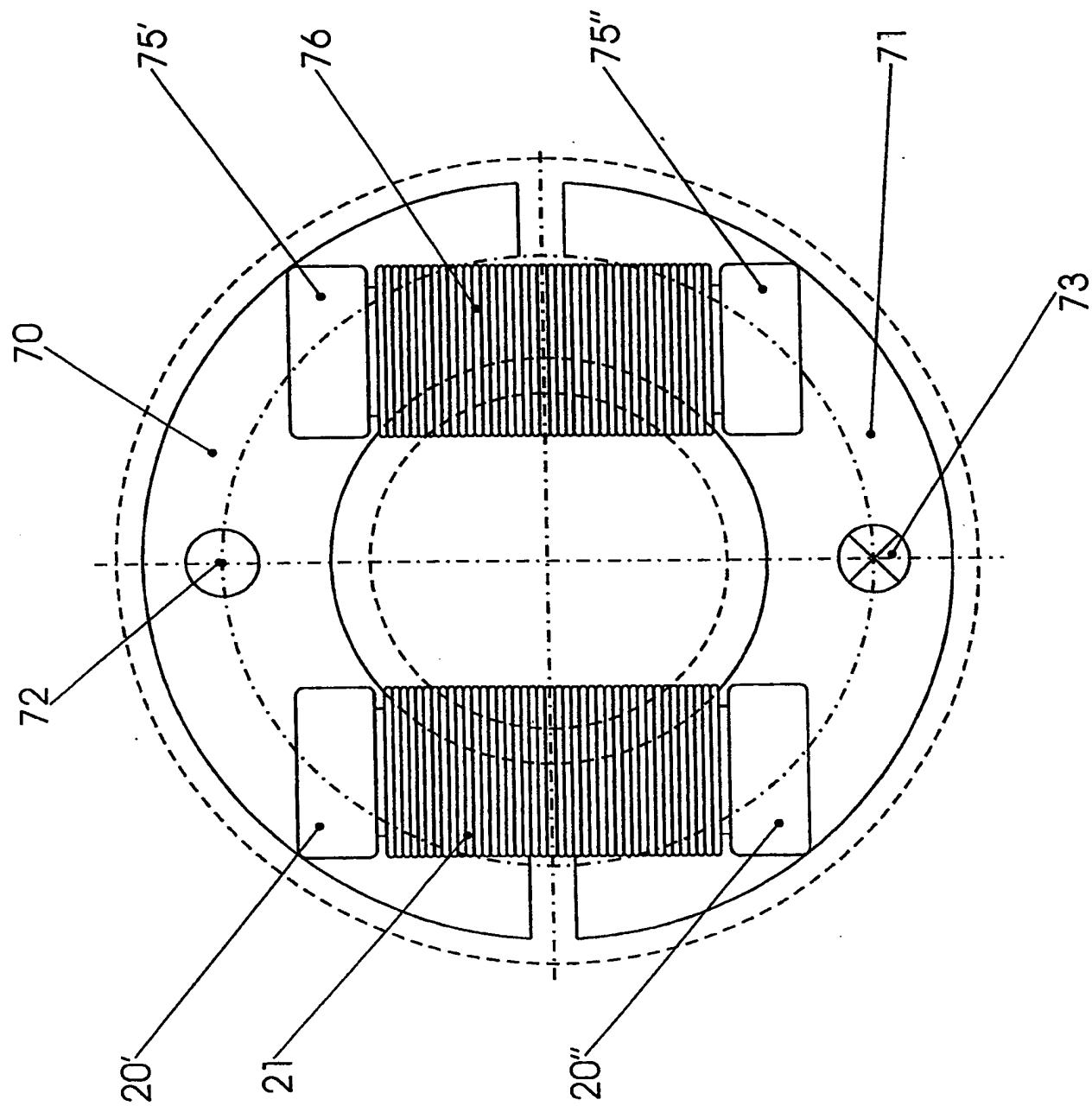


Fig. 8

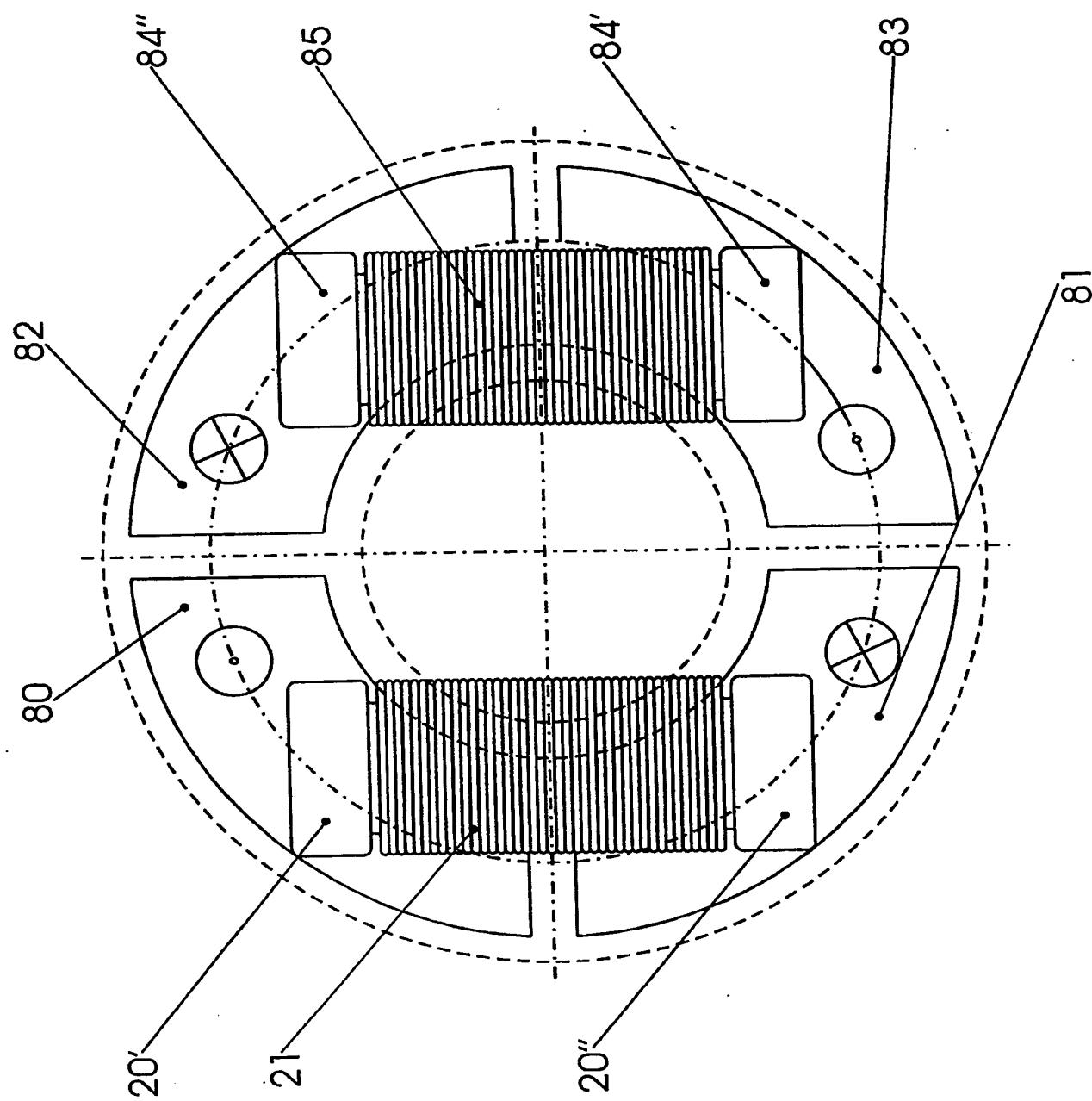
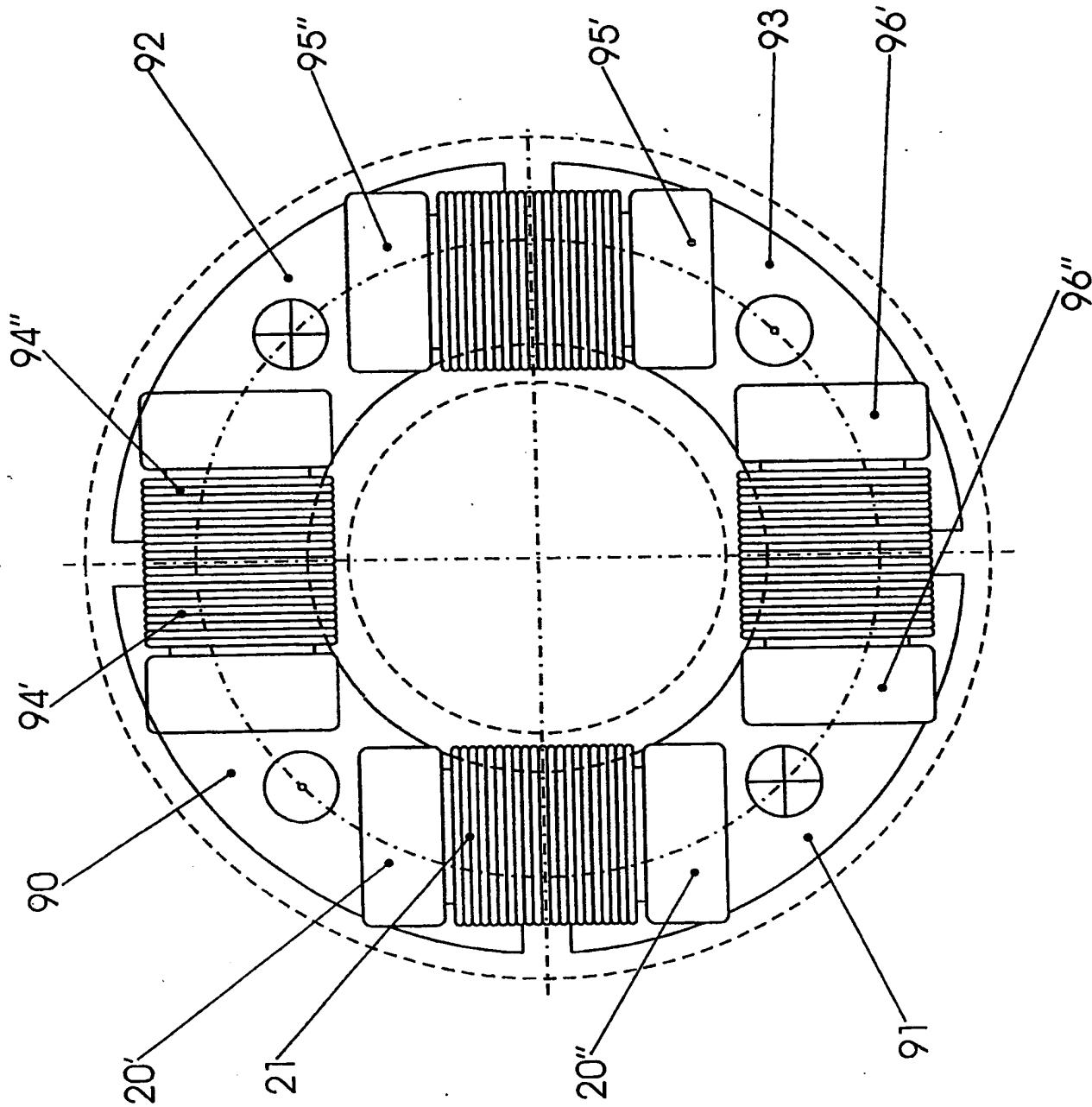


Fig. 9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT 03/00328

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F16D37/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F16D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

PAJ, EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 845 753 A (BANSBACH ERIC A) 8 December 1998 (1998-12-08) cited in the application the whole document ---	1
A	GB 752 611 A (IBM) 11 July 1956 (1956-07-11) page 2, line 55; figures ---	1
A	US 2 685 947 A (VOTRIAN ELMER R) 10 August 1954 (1954-08-10) figures ---	1

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 March 2004

Date of mailing of the international search report

12/03/2004

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Foulger, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/AT 03/00328

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5845753	A 08-12-1998	US 5779013 A	14-07-1998
GB 752611	A 11-07-1956	NONE	
US 2685947	A 10-08-1954	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationale Aktenzeichen
PCT/AT 03/00328

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F16D37/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F16D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

PAJ, EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 845 753 A (BANSBACH ERIC A) 8. Dezember 1998 (1998-12-08) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1
A	GB 752 611 A (IBM) 11. Juli 1956 (1956-07-11) Seite 2, Zeile 55; Abbildungen	1
A	US 2 685 947 A (VOTRIAN ELMER R) 10. August 1954 (1954-08-10) Abbildungen	1

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung,

eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem Internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

3. März 2004

12/03/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Foulger, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT 03/00328

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5845753	A 08-12-1998	US 5779013 A	14-07-1998
GB 752611	A 11-07-1956	KEINE	
US 2685947	A 10-08-1954	KEINE	